

УДК 661.18/008.02

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА АКТИВНЫХ УГЛЕЙ

Ю. Л. ЮРЬЕВ,
доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой химической технологии древесины,
биотехнологии и наноматериалов
ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,
620100, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37,
тел.: 8 (343) 262-97-72, e-mail: charekat@mail.ru

Ключевые слова: активный уголь, сырьё для активации, очистка питьевой воды, очистка газовых выбросов электростанций.

Ожидается, что к 2017 г. суммарное потребление активных углей (АУ) превысит 2 млн т/год. При этом значительный рост будет обеспечен за счет развивающихся стран.

Примерно 80 % от общего объема потребления АУ приходится на использование в жидкой фазе, наибольшую часть в этом сегменте составляет очистка воды. Около 20 % от всего объема потребления АУ приходится на применение в газовой фазе. Ожидается, что доля этого сегмента будет увеличиваться.

Одной из особенностей развития мирового рынка АУ в течение последних лет был стремительный рост объемов использования порошкообразного АУ для улавливания ртути. Этому способствует ужесточение законодательства в области сокращения выбросов ртути, других металлов, а также кислых газов из выбросов угольных и мазутных электростанций.

Основными тенденциями производства АУ можно считать следующие:

- 1) повышенные по сравнению со среднемировыми темпы роста производства АУ в связи с ужесточением экологических проблем. Особенно это касается проблемы обеспечения населения питьевой водой;
- 2) перемещение производства АУ на основе скорлупы кокосового ореха в страны Юго-Восточной и Южной Азии;
- 3) ускоренные темпы роста производства АУ для очистки газовых выбросов электростанций и обработки воды.

TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF ACTIVE CARBON PRODUCTION

Yu. L. YURYEV,
doctor of technical sciences, professor,
head of the Department of chemical technology of wood,
biotechnology and nanomaterials Ural State Forest Engineering University,
620100, Russia, Yekaterinburg, Sibirskiy Trakt, 37,
Phone: 8 (343) 262-97-72, e-mail: charekat@mail.ru

Keywords: active carbon, raw material for activation, purification of drinking water, cleaning of gas emissions from power plants.

It is expected that by 2017, total consumption of active carbons (AC) will exceed 2 million tons/year. With this significant increase will be achieved at the expense of developing countries. Approximately 80% of the total volume of consumption is accounted for by the use of AC in the liquid phase, the largest portion of this segment is purification. About 20% of the total volume of consumption is accounted for by the use of AC in the gas phase. It is expected that the share of this segment will grow. One of the features of world market development AU in recent years has been the rapid growth in the use of powdered AU for the reclamation of mercury. This is

facilitated by the tightening of legislation to reduce emissions of mercury and other metals, as well as acid gases emission of coal-fired and oil-fired power stations.

Main trends in production, the following can be considered:

- 1) AC Elevated compared with average annual growth rates for AC tightening of environmental problems. This applies especially to the problem of drinking water.
- 2) Moving production AC based on coconut shell in Southeast and South Asia.
- 3) Accelerated pace of output growth AC to clean gas emissions from power plants and water treatment.

Введение

Технология активных углей (АУ) начала развиваться во время Первой мировой войны, когда академиком Зелинским был изобретен противогаз для защиты войск от боевых отравляющих веществ [1]. В качестве поглотителя (сорбента) отравляющих веществ в противогазе использовался АУ. С расширением ассортимента боевых отравляющих веществ расширялся и ассортимент АУ, способных их улавливать, что привело к развитию исследований свойств и технологии АУ. Защита людей от вредных веществ, присутствующих в воздухе, до настоящего времени является перспективным направлением использования АУ в связи с ухудшением качества воздуха.

По сравнению с другими адсорбционными материалами (силикагели, цеолиты, алюмогели и др.) активные угли являются уникальными адсорбентами в силу своих гидрофобных свойств.

Результаты исследований

Как показал анализ научной и патентной информации, в качестве сырья для производства АУ представляют интерес древесный уголь, древесина, торф [2], каменный уголь [3], древесные опилки [4], скорлупа кокосового

ореха [5], бамбук [6], скорлупа ореха сосны сибирской [7], фруктовые и оливковые косточки [8] и даже рисовая солома [9]. В большинстве случаев для получения АУ предлагается паговая активация. В этой области необходимо отметить разработки В. А. Галкина [10, 11], В. М. Мухина и др. [12, 13, 14], в частности, в области технологии АУ для здравоохранения и пищевой промышленности [15, 16].

В России основной породой древесины для пиролиза и активации традиционно является береза. Разработкой технологии производства АУ на основе хвойной древесины занимался В. С. Петров [17]. Вопросами технологии получения АУ на основе отходов хвойной древесины занимались: И. И. Беседина [18] – переработка отходов сухой окорки лиственницы, Т. Н. Поборончук [19] – переработка скорлупы кедрового ореха, В. Н. Рачинская [20] – переработка лесосечных отходов хвойных пород Сибири, и другие исследователи. В этих работах предлагается проводить совмещенный процесс пиролиза и активации. К сожалению, промышленной реализации эта технология не получила.

Проблемы, стоящие перед технологией АУ, обычны для хими-

ческой промышленности. Основные из них – расширение рынка сбыта, поиск дешевого сырья, увеличение выхода товарной продукции, снижение удельного расхода энергоресурсов и снижение экологической опасности производства.

Сфера применения конкретного образца АУ зависит от его пористой структуры. Определяющее влияние на структуру пор АУ оказывают исходные материалы для их получения. АУ на основе скорлупы кокоса характеризуются большей долей микропор, а на основе каменного угля – мезопор. Большая доля макропор характерна для АУ на основе древесины.

С течением времени все большее значение приобретали АУ, сорбирующие примеси из растворов. К настоящему времени, например, производится большое количество АУ для осветления и очистки сахарных сиропов, растительных масел, для доочистки питьевой воды. Структура рынка сбыта осветляющих АУ непрерывно меняется. До недавнего времени основное количество осветляющих АУ использовалось в сахарорафинадной промышленности. В будущем можно ожидать, что в связи с уменьшением потребления сахара-рафинада в развитых странах будет

снижаться и потребление осветляющих АУ для этой цели. Однако рост потребления растительных масел и особенно снижение качества поверхностных вод, используемых для водоснабжения, дает основание считать эти направления применения осветляющих АУ перспективными.

Примерно 80 % от общего объема потребления АУ приходится на использование в жидкой фазе, наибольшую часть в этом сегменте составляет очистка воды. Около 20 % от всего объема потребления АУ приходится на применение в газовой фазе. Ожидается, что доля этого сегмента будет увеличиваться.

Одной из характеристик развития мирового рынка АУ в течение последних лет был стремительный рост объемов использо-

вания порошкообразного АУ для улавливания ртути. По оценке Roskill, в этой области применения ежегодный рост в период между 2007 и 2012 гг. составлял 101 %, в то время как за тот же период мировое потребление АУ увеличивалось в среднем на 13 % в год [21].

Этому способствует ужесточение законодательства в области охраны окружающей среды: в декабре 2011 г. в США был принят Mercury and Air Toxics Standard (MATS), направленный на сокращение выбросов ртути, других металлов, а также кислых газов из выбросов угольных и мазутных электростанций.

Ожидается, что к 2017 г. суммарное потребление АУ превысит 2 млн т/год. При этом значительный рост будет обеспечен за счет развивающихся стран.

Наиболее крупными производителями АУ в мире являются Китай, США, Япония, Германия, Нидерланды. В последние годы к ним присоединились Индия, Филиппины и Шри-Ланка [22].

Выводы

Основными тенденциями производства АУ можно считать следующие:

- повышенные по сравнению со среднемировыми темпы роста производства АУ в связи с ужесточением экологических проблем;
- перемещение производства АУ на основе скорлупы кокосового ореха в страны Юго-Восточной и Южной Азии;
- ускоренные темпы роста производства АУ для очистки газовых выбросов электростанций и обработки воды.

Библиографический список

1. Кельцев Н. В. Основы адсорбционной техники. М.: Химия, 1984. 592 с.
2. Пат. 2102318 Российская Федерация, МПК⁶ C01B31/08. Способ получения активного угля / Васильев Н. П., Киреев С. Г., Куликов Н. К. и др.; заявитель и патентообладатель ОАО «Электростальский химико-механический завод». № 96124475/25; заявл. 30.12.96, опубл. 20.01.98, Бюл. № 2. 4 с.
3. Пат. 2174949 Российская Федерация, МПК⁷ C01B31/08 Способ получения активного угля / Зимин Н. А., Лейф В. З., Тамамьян А. Н., Внучкова В. А., Хазанов А. А. и др.; заявитель и патентообладатель ОАО «Заря». № 2001100438/12, заявл. 05.01.01, опубл. 20.10.01, Бюл. № 29. 4 с.
4. Пат. 2104926 Российская Федерация, МПК⁶ C01B 31/08. Способ получения активированного угля из древесных опилок и мелкой щепы и установка для его осуществления / Розенков В. П., Столяров В. Ф., Турбин В. В. и др.; заявитель и патентообладатель АОЗТ «Элскорт». № 96113701/25, заявл. 04.07.96, опубл. 20.02.98, Бюл. № 5. 3 с.
5. Пат. 2105714 Российская Федерация, МПК⁶ C 01 B 31/10, B 01 J 20/20. Способ получения дробленого активного угля / Мухин В. М., Зубова И. А., Жуков В. С., Михайлов Н. В. и др.; заявитель и патентообладатель Электростальское научно-производственное объединение «Неорганика». № 97103886/25, заявл. 12.03.97, опубл. 27.02.98, Бюл. № 6. 2 с.
6. Guan-feng Lin, Jian-chun Jiang, Kai-jin Wu, Kang Sun. Preparation and characterization of bamboo-based activated carbon by phosphoric acid activation. Carbon, Vol. 70. P. 321. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0008622314000153>

7. Поборончук Т.Н. Сорбенты из скорлупы ореха сосны сибирской: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.21.03 / Поборончук Татьяна Николаевна. Красноярск, 2001. 21 с.
8. Пат. 2104925 Российская Федерация, МПК⁵ С 01 В 31/08. Способ получения активного угля / Тлас Мустафа, Олонцев В. Ф., Глушанков С. Л., Лимонов Н. Ф. и др.; заявитель и патентообладатель Научно-исследовательский технологический институт углеродных сорбентов. № 93039147/25, заявл. 30.07.93, опубл. 30.07.93, Бюл. № 21. 3 с.
9. Ken-Lin Chang, Chih-Cheng Chen, Jun-Hong Lin, Jung-Feng Hsien, Yin Wang, Feng Zhao, Yi-Hsuan Shih, Zhen-jiao Xing, Shui-Tein Chen. Rice straw-derived activated carbons for the removal of carbofuran from an aqueous solution. Carbon. Vol. 71. P. 344. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0008622314000827>
10. Пат. 2029546 Российская Федерация, МПК⁶ С 01 В 31/08. Способ получения углеродного энтеросорбента / Галкин В. А., Дмитриев А. А., Токарев М. Ф., Галкин А. В.; заявитель и патентообладатель Научно-исследовательский технологический институт углеродных сорбентов. № 5050624/14; заявл. 01.07.92; опубл. 27.02.95, Бюл. № 6. 3 с.
11. Пат. 2097318 Российская Федерация, МПК⁶ С 01 В 31/08. Способ получения активного угля / Галкин В. А.; заявитель и патентообладатель Научно-исследовательский технологический институт углеродных сорбентов. № 4951302/25; заявл. 27.06.91; опубл. 27.11.97, Бюл. № 33. 3 с.
12. Пат. 2023661 Российская Федерация, МПК⁵ С 01 В 31/08. Способ получения активного угля / Голубев В. П., Мухин В. М., Тамамьян А. Н., Максимов Ю. И., Крайнова О. Л.; заявитель и патентообладатель Дзержинское производственное объединение «Заря». № 93038474/26; заявл. 27.07.93; опубл. 30.11.94, Бюл. № 33. 3 с.
13. Пат. 2086504 Российская Федерация, МПК⁶ C01B31/08 Способ получения активного угля / Быков Г. Л., Васильев Н. П., Киреев С. Г., Куликов Н. К., Мухин В. М.; заявитель и патентообладатель АООТ «Заря». № 94041106/25, заявл. 09.11.94, опубл. 10.08.97, Бюл. № 22. 3 с.
14. Пат. 2147291 Российская Федерация, МПК⁷ C01B31/08 Способ получения активного угля / Зимин Н. А., Мухин В. М., Тамамьян А. Н., Лейф В. Э.; заявитель и патентообладатель ОАО «Заря». № 99113115/12, заявл. 22.06.99, опубл. 10.04.00, Бюл. № 10. 3 с.
15. Пат. 2029546 Российская Федерация, МПК⁶ С 01 В 31/08. Способ получения углеродного энтеросорбента / Галкин В. А., Дмитриев А. А., Токарев М. Ф., Галкин А. В.; заявитель и патентообладатель Научно-исследовательский технологический институт углеродных сорбентов. № 5050624/14; заявл. 01.07.92; опубл. 27.02.95, Бюл. № 6. 3 с.
16. Пат. 2154604 Российская Федерация, МПК⁷ С 01 В 31/08. Способ получения активного угля для детоксикации кормов в птицеводстве /Зимин Н. А., Мухин В. М., Тамамьян А. Н., Зубова И. Д., Солин М. Н., Таратун М. Н.; заявитель и патентообладатель ОАО «Заря». № 99117238/12; заявл. 09.08.99; опубл. 20.08.00, Бюл. № 23. 3 с.
17. Петров В. С. Технология углей из лесосечных отходов лиственницы и других хвойных пород Сибири: дис. ... д-ра техн. наук: 05.21.03 / Петров Валентин Сергеевич. Красноярск, 1986. 339 с.
18. Беседина И. Н. Активные угли из отходов сухой окорки лиственницы сибирской: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.21.03 / Беседина Ирина Никитична. Красноярск, 2003. 19 с.
19. Поборончук Т. Н. Сорбенты из скорлупы ореха сосны сибирской: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.21.03 / Поборончук Татьяна Николаевна. Красноярск, 2001. 21 с.
20. Рачинская В.Н. Физико-химические характеристики и структура активных углей из лесосечных отходов хвойных пород Сибири: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Л., 1987. 22 с.
21. Roskill: Activated Carbon Could See World Consumption Double in Four Years. URL: <http://www.prnewswire.com/news-releases>
22. United Nations Commodity Trade Statistics Database. URL: <http://comtrade.un.org/db/dqBasicQueryResults>

Bibliography

1. Kel'cev N. Fundamentals of adsorption technology. M.: Chemistry, 1984. 592 p.
2. Pat. 2102318 Russian Federation, MPK⁶/08 S01V31. Way of getting active coal / Vasiliev N. P., Kireev S. G., Kulikov N. K., etc.; applicant and patentee open joint-stock company «Electrosta chemical-mechanical plant». № 96124475/25, appl. 30.12.96, in English. Jan, Director. No. 2. 4 p.
3. Pat. 2174949 Russian Federation, MPK⁷/08 S01V31 way of getting active coal. Zimin N. A., Leif V. Z., Tamam'ân A. N., Vnuchkova V. A., Khazanov A. A., etc.; applicant and patentee open joint-stock company «Zarya» № 2001100438/12, Appl. 05.01.2001, published 10/6/1999, Newsletter, № 29. 4 p.
4. Pat. 2104926 Russian Federation, MPK⁶ S01V 31/08. Way to obtain the activated carbon from sawdust and fine chips and its implementation / Rozenkov V. P., Stolyarov V. F., Turbin V. V. etc.; applicant and patentee closed joint-stock company «Èlskort». № 96113701/25, appl. 04.07.96, in English. on February 20, Director. № 5. 3 p.
5. Pat. 2105714 Russian Federation, MPK⁶ from 01 to 31/10, a 01 J 20/20. Way of getting crushed active coal / Muhin V. M., Zubov I. A., Zhukov B. C., Mikhailov N. V., etc.; applicant and patentee Èlektrosta'skoe scientific-production association «Nonorganic». № 97103886/25, appl. 12.03.97, published, 27/02/1998, Newsletter № 6. 2 p.
6. Guan-feng Lin, Jian-chun Jiang, Kai-jin Wu, Kang Sun. Preparation and characterization of bamboo-based activated carbon by phosphoric acid activation. Carbon. Vol. 70. P. 321. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0008622314000153>
7. Poborončuk T. N. Sorbents of Siberian pine nut shell: katege. Diss ... Ph.d.: 05.21.03 / Poborončuk Tatyana Nikolaevna. Krasnoyarsk, 2001. 21 p.
8. Pat. 2104925 Russian Federation, MPK⁵ from 01 to 31/08. Way to obtain the active coal / Mustafa Tlass, Oloncev V. F., Glušankov S. I., Lemons N. F., etc.; applicant and patentee Research Institute carbon sorbents. № 93039147/25, appl. 30.07.93, in English. 30.07.93. Newsletter № 21. 3 p.
9. Ken-Lin Chang, Chih-Cheng Chen, Jun-Hong Lin, Jung-Feng Hsien, Yin Wang, Feng Zhao, Yi-Hsuan Shih, Zhen-jiao Xing, Shui-Tein Chen. Rice straw-derived activated carbons for the removal of carbofuran from an aqueous solution. Carbon. Vol. 71. P. 344. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0008622314000827>
10. Pat. 2029546 Russian Federation, MPK⁶ C 01 B 31/08. Method of obtaining carbon enterosorbent / Galkin V. A., Dmitriev A. A., Tokarev M. F., Galkin A. V; applicant and patentee Research Institute of carbon sorbent. № 5050624/14; Appl. 01.07.92; in English. 27.02.95, Director № 6. 3 p.
11. Pat. 2097318 Russian Federation, MPK⁶ C 01 B 31/08. Method of obtaining active coal / Galkin V.A.; applicant and patentee Research Institute of carbon sorbents. № 4951302/25; Appl. 27.06.91; in English. 27.11.97, Director № 33. 3 p.
12. Pat. 2023661 Russian Federation, MPK⁵ C 01 B 31/08. Method of obtaining active coal / Golubev V. P., Mukhin V. M., Tamam'ân A. N., Maksimov Yu. I., Krainova O. I.; applicant and patentee Dzerzhinskoe production association «Zarya». № 93038474/26; Appl. 27.07.93; in English. 30, Director № 33. 3 p.
13. Pat. 2086504 Russian Federation, MPK⁶/08 S01V31. Way of getting active coal / Bulls G. I., Vasiliev N. P., Kireev S. G., Kulikov N. K., Mukhin, V. M.; applicant and patentee open joint-stock company «Zarya». № 94041106/25, appl. 09.11.94, in English. 10.08.97, Director № 22. 3 p.
14. Pat. 2147291 Russian Federation, MPK⁷/08 S01V31. Way of getting active coal / Zimin N. A., Mukhin V. M., Tamam'ân A. N., Leif V. E.; applicant and patentee open joint-stock company «Zarya». № 99113115/12, Appl. 22.06.99, in English. 10.04.00. Newsletter № 10. 3 p.
15. Pat. Russian Federation, 2029546 MPK⁶ C 01 B 31/08. Method of obtaining carbon enterosorbent / Galkin V.A., Dmitriev A.A., Tokarev M.F., Galkin A.V; applicant and patentee Research Institute of carbon sorbents-No. 5050624/14; Appl. 01.07.92; in English. 27.02.95, Director. № 6. 3 p.

16. Pat. 2154604 Russian Federation, МПК⁷ C 01 B 31/08. Method of obtaining active coal for detoxification of feed in poultry / Zimin N. A., Mukhin V. M., Tamam'ân A. N., Zubov I. D., Solin M. N., Taratun M. N.; applicant and patentee open joint-stock company «Zarya». № 99117238/12; Appl. 09.08.99; in English. 20.08.00, Director № 23. 3 p.
17. Petrov V. S. Technology coal residues of other coniferous larch and Siberia: Diss ... Doct. Technical Sciences: 05.21.03 / Valentin Sergeevich Petrov. Krasnoyarsk, 1986. 339 p.
18. Besedina I. N. active carbons from waste dry debarking Siberian larch: katege. Diss ... Ph.d.: 05.21.03 / Besedina Irina Nikitichna. Krasnoyarsk, 2003. 19 s.
19. Poborončuk T. N. Sorbents of Siberian pine nut shell: katege: Diss ... Ph.d.: 05.21.03 / Poborončuk Tatyana Nikolaevna. Krasnoyarsk, 2001. 21 p.
20. Rachinskaya V. N. Physico-chemical characteristics and structure of active carbon preparation from residues of coniferous breeds in Siberia: Katege. Dees. Cand. Tech. Sciences. L., 1987. 22 p.
21. Roskill: Activated Carbon Could See World Consumption Double in Four Years. URL: <http://www.prnewswire.com/news-releases/>
22. United Nations Commodity Trade Statistics Database <http://comtrade.un.org/db/dqBasicQueryResults>
-